

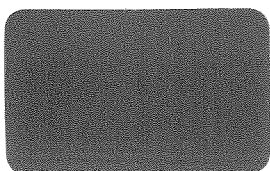
SBI-PUBL

Særtryk af »VARME» nr. 1, februar 1957

DK 699.83:69.022.3

RENGENNEMSLAGS VIRKNING
PÅ LØS FYLD
I HULE TEGLSTENSMURE
ERIK RASTRUP

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT . SÆRTRYK NR. 84
I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG KØBENHAVN 1957



Bibliotekseksemplar 3
Statens Byggeforskningsinstitut 01304 P

I nedenstående rapport omtales nogle laboratorieforsøg, som Statens Byggeforskningsinstitut har ladet foretage 1954—55 for at undersøge, om der er risiko for, at varmeisolerende fyld i hule ydermure kan lede indtægende regnvand over til bagmuren. Dette viste sig at være tilfældet ved de fleste fyldmaterialer, når der tilføres tilstrækkeligt med vand på ydersiden af muren.

Hvor stor risikoen for regngennemslag er i praksis, er en anden sag, som Institutet nu vil søge nærmere belyst.

Vi vil her benytte lejligheden til at takke Laboratoriet for Bygningsteknik på Danmarks tekniske Højskole, der gæstfrit har stillet plads til rådighed for forsøgene og hjulpet os på anden måde.

P. Becher

DK 699.83:69.022.3

Regngennemslags virkning på løs fyld i hule teglstensmure.

Af civilingeniør Erik Rastrup.

Det er i de senere år blevet almindeligt at fylde hule mure med et varmeisolerende materiale for at opnå en bedre varmeøkonomi, men denne foranstaltning har samtidig gjort problemerne vedrørende fugtbalancen i disse mure aktuelle.

I det følgende er forholdene i en sådan udfyldt hul mur beskrevet ud fra dette fugtsynspunkt. Beskrivelsen omfatter kun 30—35 cm hule mure med formur af almindelige, tunge, massive mursten og med et hulrum på 8 til 13 cm, udfyldt med et varmeisolerende materiale.

Den omtalte forsøgsrække er iværksat af Statens Byggeforskningsinstitut og udført på Danmarks tekniske Højskoles Laboratorium for Bygningsteknik, hvor en mur, bestående af en halv stens teglvange, et hulrum på 11 cm bredde og en glasplade, udsattes for regnpåvirkning. De forskellige former for varmeisolerende hulrumsfyld har derefter været afprøvet i hver sit forsøgsafsnit.

Årsager til fuglansamling.

En mur kan optage fugt fra den omgivende fugtige luft (diffusionsfugt), fra slagregn, fra vand, der tilføres under byggeriet (byggefugt) og fra grunden (grundfugt).

I en ydervæg, der adskiller et opvarmet rum fra det fri, vil der altid finde en fugttransport sted, for det meste i form af vanddamp, men undertiden også i form af vand. Normalt optræder der dog en vis ligevægt imellem den vanddampmængde og vandmængde, der tilføres væggen indefra og udefra, og den mængde, som væggen afgiver udadtil igen.

Den fugtkilde, der tilfører den største vandmængde pr. tidsenhed, er slagregnen, og i mange tilfælde kan muren ikke stå for denne påvirkning,

dels på grund af teglstenenes vandsugende evne og dels på grund af dårligt udfyldte fuger i formuren. Derfor er det netop fugtoptagelsen ved slagregn, der har været genstand for de her skildrede undersøgelser, mens de øvrige fugtkilder kun er teoretisk behandlede.

1. Fugt tilført ved diffusion.

Hvis der findes en forskel i vanddampenes partialtryk på de to sider af en væg, vil der foregå en vanddampdiffusion igennem væggen. Dette forhold har navnlig betydning om vinteren, hvor temperaturforskellen mellem væggenes to sider er stor, idet vanddamp som bekendt har et lille mætningstryk ved lave temperaturer, f. eks.

kun 62 mm vs ved 0°C på væggenes yderside, imod 238 mm vs ved 20°C på væggenes inderside.

Selv om den relative fugtighed på væggenes varme side kun er 50 pct., bliver vanddampenes partialtryk på dette sted

$$p = 0,5 \cdot 238 = 119 \text{ mm vs.}$$

Overtrykket på den varme side er altså mindst 119—62 = 57 mm vs., et ganske antageligt tryk. Vanddampene vil vandre fra den varme til den kolde side af væggen. Da vanddampenes passage igennem væggen er langsom, og da det er relativt små mængder, det drejer sig om, vil dampene afkøles og antage væggenes temperatur. Samtidig vil damptrykket falde ved passagen gennem væggen på grund af diffusionsmodstanden.

Sker det nu, at damptrykket et sted i væggen overstiger mætningstrykket det pågældende sted, vil der

ske en fortætning, og såfremt fortætningsvandet ikke på en eller anden måde fjernes, vil der ske en ophobning af vand i væggen med de deraf følgende ulemper.

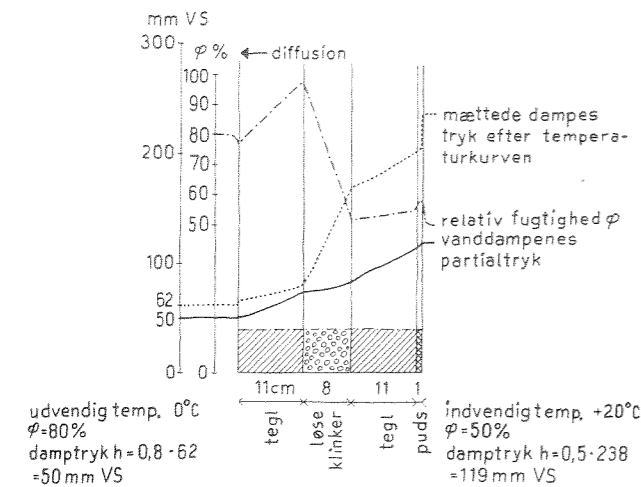


Fig. 1. Eksempel på temperatur- og fugtighedskurver i en ydervæg uden fortætning. Væggen er opbygget af 11 cm blank, fuget facademur, 8 cm løse betonklinker, 11 cm bagmur og 1 cm puds. Damptransporten igennem væggen er beregnet til 8,2 g/m² døgn.

I modsat fald (ingen fortætning) vil der efterhånden indtræde en ligevægtstilstand, hvor den dampmængde, der diffunderer ind i væggen på den varme side, er lig den mængde, der forsvinder ud på den kolde side. Væggens fugtighedsforhold er da i balance, så længe der ikke tilføres vand på anden måde.

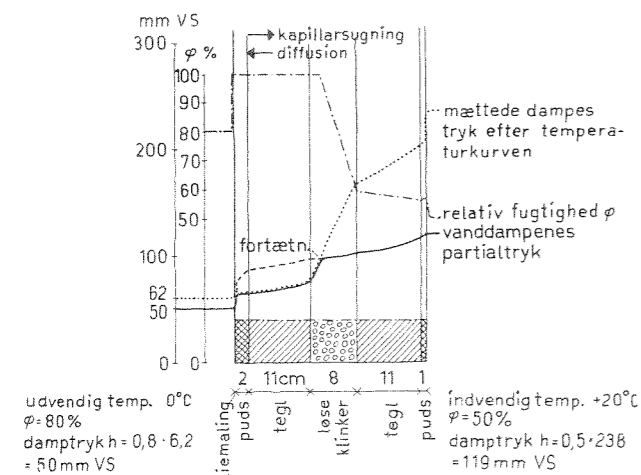


Fig. 2. Eksempel på temperatur- og fugtighedskurver i en ydervæg med fortætning. Væggen er opbygget som væggen i fig. 1 men med facadepuds og oliemaling udvendig. Damptransporten er beregnet til 2 g/m² døgn.

I fig. 1 og 2 er vist eksempler på en væg uden fortætning og en væg med fortætning. Væggens damptrykkurver er optegnede, og der hvor kurven for de mættede dampes tryk (svarende til væggens tempera-

*) Dette og efterfølgende numre henviser til litteraturlisten side 7.

tur) skærer kurven for det virkelige damptryk i væggen, indtræder fortætningen. Yderligere er kurven for den relative fugtighed i væggen indtegnet.

Gennem væggen på fig. 1 passerer beregningsmæssigt 8,2 g vanddamp pr. m² pr. døgn (5)*, hvilket svarer til ¼ kg pr. måned. Sammenlignes dette med en slagsregnmængde på 5 mm pr. måned eller 5 kg pr. måned, hvilket må anses for meget lidt, ses det, at væggen tilføres mange gange så meget fugt ved slagregn som ved diffusion fra den varme til den kolde side.

Væggen på fig. 2 er ikke i fugtbalance, idet der stadig sker en ophobning af vand; dampene, der diffunderer ind i væggen, kan vanskeligt trænge gennem oliemalingen på væggens yderside.

De her nævnte eksempler er forudsat udfyldt med ikke-hygroskopiske materialer. Er væggen eller hulrumfyldt hygroskopisk, sker der en kapillarsugning i retning modsat diffusionsstrømmen, idet vandet søger mod det sted i muren, der har den laveste relative fugtighed, (Edelholm (2)). Herved føres vandet tilbage til væggens varme side for igen at fordampe og bevæge sig imod den kolde side på grund af diffusionen. På denne måde kan der opstå en ny ligevægt ved større fugtindhold i væggen (H.B. Jespersen (1)), således at den vandmængde, der passerer ind i væggen på dennes varme side, formindskes med den mængde vand, der af kapillarkræfterne suges tilbage fra den kolde side af væggen. Herved opstår der mulighed for, at den resulterende vandmængde, der passerer ind i væggen på dennes varme side, kan holde ligevægt med den lille vandmængde, der forsvinder ud på væggens kolde side. I fig. 2 er denne vandmængde beregningsmæssigt ca. 2 g pr. døgn pr. m² mur.

En væg som den omtalte vil på grund af sit store fugtindhold få en stærkt nedsat varmeisoleringssevne. Yderligere er oliemalingen på væggens yderside udsat for damp og vædsketryk fra vandet i væggen med den deraf følgende risiko for afskalninger i malingen. På den varme side vil væggen synes tør.

2. Fugt tilført ved slagregn.

Under ugunstige vejrforhold og ved uheldsmæssig bygningens udformning kan en mur blive udsat for så kraftig påvirkning af slagregn, at den bliver gennemfugtet.

Ved slagregn forstås den del af et regnskyl, der rammer en lodret flade vinkelret på vindretningen, altså regnens vandrette komponent. Slagregn måles normalt i mm, hvilket svarer til liter regn pr. m². Slagregnsintensiteten måles i mm regn pr. tidsenhed.

Selve slagregnmængden varierer meget stærkt fra sted til sted efter de geografiske forhold. Sverre Hoppestad (6) har offentliggjort en undersøgelse af slagregnsforholdene i Norge, hvoraf det fremgår, at der inden for et enkelt land kan være tale om meget store variationer. Han har blandt andet fundet en slagregnmængde på ca. 2000 mm/år ved vestkysten (Bergen) og ca. 500 mm/år ved Oslo. Det er derfor ikke mærkeligt, at en bygning i Oslo kan være velegnet til at modstå slagregnen, mens et tilsvarende hus i Bergen ville blive ødelagt af slagregn på kort tid. Dette forhold har da også bevirket, at selve byggemåden og kravene til de anvendte byggematerialer er forskellige i de forskellige egne af landet.

Problemet er derfor på et tidligt tidspunkt taget op til nærmere undersøgelse i Norge. Svendsen har i en rapport (3) gjort rede for regnens virkning på vægge og angivet et prøveapparat til slagregnsmålinger.

En tilsvarende undersøgelse for Danmarks vedkommende findes ikke, selvom det ville være interessant at kende forskellen på de forskellige steders slagregnsmængde. Der må ganske givet være forskel på, om et hus er beliggende ud til Vesterhavet eller midt i København.

Foruden kendskab til selve slagregnsmængdens størrelse er det dog også nødvendigt at have kendskab til, om et hus er højt eller lavt, til dets beliggenhed i terrænet samt til byggemåden. Betragtes en enkelt væg, har dennes orientering også betydning, ligesom det også er af vigtighed, om væggen er beskyttet f. eks. af et stort tagudhæng.

Det skal her blot endnu engang nævnes, at de vandmængder, der tilføres en væg ved slagregn, er betydelig større end de mængder, der tilføres ved diffusion og kapillarsugning. Selve slagregnsintensitet hænger sammen med vindens hastighed og dens retning i forhold til den betragtede væg, idet det jo siger sig selv, at jo stærkere blæst jo mere vandret bliver regnretningen. Årstiden er ligeledes af betydning; den største slagregnsmængde optræder normalt i efterårsmånederne.

Teglstensmure.

Når en regndråbe rammer en teglstensmur, vil den straks absorberes af muren. Fortsætter regnvejret, vil murens fugtighedsindhold stige, og fugten vil fordeles på grund af kapillarsugningen. Kommer der endnu mere regn til, vil kapillarerne i muren efterhånden blive fyldt, og der vil da begynde at optræde frit vand, som under påvirkning af tyngdekraften vil løbe ned i revner og sprækker for til sidst at vise sig på murens inderside. Er en mur først mættet med vand, vil den afvise en stor del af slagregnen, der da vil løbe overfladisk af. Ophører slagregnen, vil vandet begynde at fordampe fra murens overflade. Tilføres der mindre vand til muren, end der kan fordampe fra dens overflade, vil muren kunne holde sig tør. Fordampningen fra overfladen foregår, så længe der er overskud af vand eller vanddamp i muren, idet vanddampene, som før nævnt, på grund af diffusionen vandrer imod murens kolde side. Derimod søger kapillarvandet som nævnt imod laveste fugtighed i væggen.

En teglstensmur kan indeholde ganske store mængder fugt. I den i forsøget nævnte mur blev der målt 24 rumfangsprocent vand ved største absorption.

Normalt vil der i en mur, som er udsat for det naturlige vejrlig, efterhånden som dens byggefugt forsvinder, optræde en vis periodisk fugtighedsligevægt, hvilket vil forstås af følgende udredning: Muren modtager et regnskyl fra forsiden, samtidig med at der diffunderer vanddamp ind fra murens bagside; herved stiger murens vandindhold. Efter regnskyllet begynder vandet at fordampe fra ydersiden, og muren afgiver vand, indtil et minimum er nået. Vandindholdet vil herefter være nogenlunde konstant, til næste regnskyl indtræder. Spørgsmålet er nu, om den »lufttørre« mur kan absorbere den slagrens-

mængde, der rammer den som kapillært vand, eller om slagregnen er så rigelig, at den giver anledning til, at muren bliver mættet med kapillarvand, hvorefter dette kan optræde som frit vand og forårsage skader. Ved slagregnsforsøg med teglstensmure må det være dette kritiske punkt i murens fugtbalance, der har den største interesse.

For at fastlægge dette balancepunkt er det nødvendigt at kende slagregnsintensiteten som funktion af tiden. Yderligere er det nødvendigt at have rede på murens kapillære absorptionsevne.

Det første punkt er som tidligere nævnt ikke tilstrækkeligt undersøgt for Danmarks vedkommende.

Det andet punkt er undersøgt af H. Edelholm (2) og H.B. Jespersen (1) med flere, men alle har væsentligst interesseret sig for de stationære tilfælde, antagelig fordi problemerne er særdeles indviklede. Slagregnsproblemerne er i højeste grad ikke stationære, da regnskyllets varighed og udtørningsperiodens længde har en afgørende indflydelse på en vægts fugtighedsindhold, og hertil kommer yderligere en ubekendt, nemlig blæstens udtørrende virkning. Alle de her nævnte faktorer gør det i dag næsten umuligt at afgøre, om en mur bliver gennemblødt af slagregn eller ikke. Det vil endog være vanskeligt at opstille betingelser for, hvorledes en teglstensmur skal prøves, idet en mur kun kan holde til en bestemt mængde regn. Eksemplet fra Norge, hvor de krav, der stilles i Oslo, ikke er tilstrækkelige for Bergens vedkommende, viser tydeligt vanskelighederne.

Sagt på en anden måde: Det er muligt ved hjælp af den foreliggende litteratur og med supplerende forsøg at gennemregne et specielt tilfælde, hvor vejrliget og forholdene på væggens bagside på forhånd er fastlagt teoretisk, hvorimod det er meget vanskeligt at forudsige, om en væg i praksis tager skade af slagregn, før slagregnsintensiteten og regnskyllets hyppighed er noget mere kendte. I et klima, hvor lufttemperaturen som hos os hyppigt svinger omkring frysepunktet, kommer dertil yderligere faren for frostskafer, når muren er våd. Spørgsmålet om, hvornår denne skade indtræder, skal ikke behandles her.

Hule mure med fyld.

I de foregående afsnit er nævnt, at en teglstensmur altid kan gennemfuges helt af slagregn. Er den yderste murstensvange i en hul mur med udfyldning gennemfugtet med slagregn, opstår spørgsmålet, om fylden lader vandet passere, og hvor store vandmængder der kan afsætte sig i fylden, idet disse vandmængder senere skal fjernes ved fordampning. Er vandet først trængt igennem fylden, suges det videre af bagmuren, og er vandmængderne så store, at de ikke kan absorberes i fylden og muren, vil der vise sig fugtskjolder på murens inderside. I de nedenfor omtalte forsøg er det derfor undersøgt, hvordan en vandstrøm fra en sådan slagsregns påvirkning absorberes i og passerer gennem forskellige slags fyldmaterialer.

Er slagregnsintensiteten så lille, at den ikke kan trænge igennem den yderste murvange, vil valget af fyldens art selvfølgelig kunne afgøres uden at tage hensyn til slagregnen.

Forsøg med slagregns påvirkning på varmeisolerende fyld i hule teglstensmure.

For at undersøge slagregns indvirkning på varmeisolerende fyld i hule teglstensmure blev der udført en forsøgsrække med hulrumfyld placeret imellem en halv stens mur og en glasplade som vist på fig. 3. Teglstensmuren var opført af almindelige røde håndstrøgne sten uden puds og med skrabebuge. Hul-

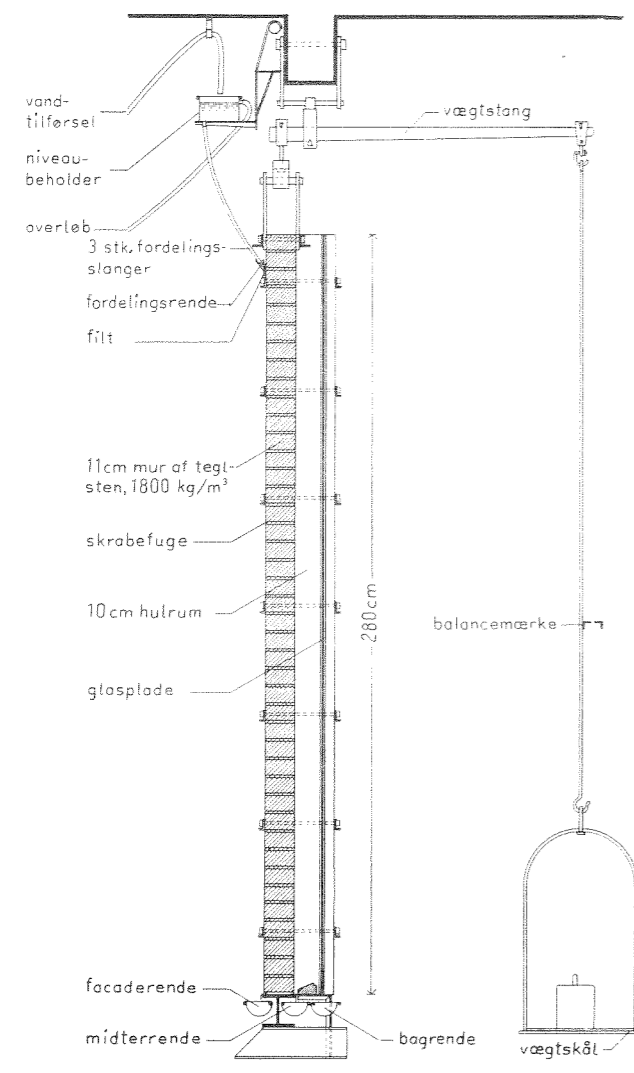


Fig. 3. Forsøgsarrangementet ved forsøgene med regngennemslag på Danmarks tekniske Højskole. Muren er 1,10 m bred og arealet 3,1 m². Muren er ophængt i en vægtarm for at vandoptagelsen under berisling kan måles direkte.

rummet havde en bredde på ca. 11 cm. Glaspladen var indsat for at kunne studere vandbevægelsen i fylden, vel vidende at de derved opnåede forhold ikke blev de samme som ved en almindelig hul mur med fyld, hvor den porøse bagmur har indflydelse på vandbevægelsen i fyldmaterialet på grund af dens hårrørsvirkninger. Forsøget kan heller intet sige om virkningen af faste murbindere.

Den benyttede prøvemur havde en højde på 2,80 m og en bredde på 1,10 m eller et areal på ca. 3,1 m². Muren med fyld og glasplade var hængt op i en vægtstang (vægtstangsforhold 1:10), således at

det var muligt at følge murens vægtændringer under forsøget. Under muren var som vist anbragt 3 tagrender, hvorfra afløbsvandet kunne måles som henholdsvis afløb på murens forside, afløb på murens bagside (midterrende) og endelig afløb på glaspladens inderside.

Øverst på murens forside var anbragt en berislingsrende, således at vandet kunne risles jævnt ned over væggenes forside. Berislingsrenden blev gennem 3 gummislanger forsynet med vand fra et kar, hvori der holdtes konstant vandstand.

De huller, hvorigennem vandet fra karret strømmede ned i slangerne, var afpasset, således at der passerede 7 l/time i hver slange, hvorved berislingsintensiteten bliver $3 \cdot 7 = 21$ l/time, svarende til ca. 7 l/m²·time eller 7 mm slagregn pr. time. Under virkelige forhold påføres regnen dog mere jævnt over murens overflade end tilfældet har været her.

Muren blev ikke udsat for vindtryk, idet det var selve fyldens egenskaber, der ønskedes undersøgt.

Slagregnmængden er fastsat, således at der opnås en gennemsvining, og den må betegnes som stor i forhold til den i Danmark forekommende; den svarer til middelværdien af slagregnmængden på Norges vestkyst.

Forsøgene udførtes på følgende måde:

Teglstensmuren udtørredes, til dens vægt var konstant, hvorefter hulrummet fyldtes op med det pågældende fyldmateriale, og væggen blev vejet påny.

Berislingen startedes og fortsattes i een time. Med en kost blev vandstrømmen over væggen fordelt på tværs, således at hele væggen blev holdt våd i den pågældende time. Afstrømningsmængderne, som opfangedes af tagrenderne, blev målt under berislingen.

Umiddelbart efter berislingen vejedes væggen igen, og den opsugede vandmængde blev beregnet. Dagen efter på samme klokkeslet fortsattes berislingen på samme måde, efter at væggen var blevet vejet og den fordampede vandmængde beregnet.

Denne berisling (1 time dagligt) fortsattes, indtil væggen antog konstant vægt, hvorefter berislingen gennemførtes kontinuert. Væggens vandindhold steg da igen for at standse ved en ny konstant vægt.

Fyldmaterialerne indkøbtes hos et firma, der handler med bygningsmaterialer og var således almindelig lagervare. Følgende fyld blev undersøgt:

1. Løse betonklinker
2. vermiculite
3. imprægneret og granuleret Rockwool
4. løs glasuld

herudover

5. forsøg uden hulrumfyld
6. kontrol-forsøg med betonklinker, som viste god overensstemmelse med forsøg 1.

Mur uden fyld (forsøg 5).

Forsøget blev udført med blank ubehandlet mur uden imprægnering af nogen art.

Resultatet er vist på fig. 4, hvor væggenes vægtforøgelse er optegnet som funktion af forsøgstiden. Samtidig er afløbsmængderne i tagrenderne vist.

Det fremgår heraf, at muren optager en meget stor del af vandet i de første døgn, 17,1 l af 21 l tilført vand svarende til 82 pct. Derimod er den mængde, der strømmer igennem muren og løber ned i midter-

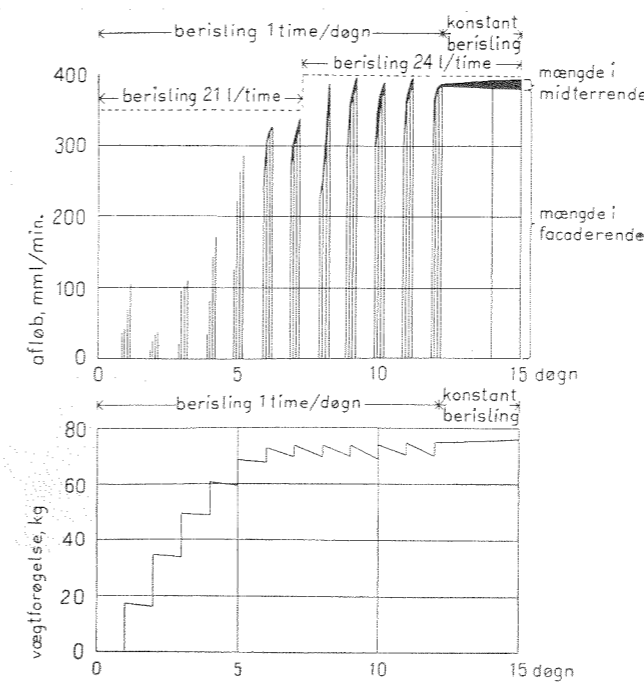


Fig. 4. Vandoptagelsen i forsøgs-muren uden fyld. Der er hver dag i den time berislingen foregik målt fire gange, hvor stor vandmængde der løb fra de forskellige render i mml/min. Bemærk den ringe vandmængde, der trænger igennem muren (angivet som mermængde i midterrenden). Væggen »suger« i de første dage det meste af den tilførte vandmængde.

renden kun 3,5 pct. af det samlede tilløb ved den helt gennemfugtige væg på den sidste forsøgsdag.

Allerede den 6. dag har væggen omtrent opsugt maksimal vandmængde (72,4 kg). Selv ved konstant berisling stiger vægten kun med nogle få kg til 76,0 kg (22 pct.).

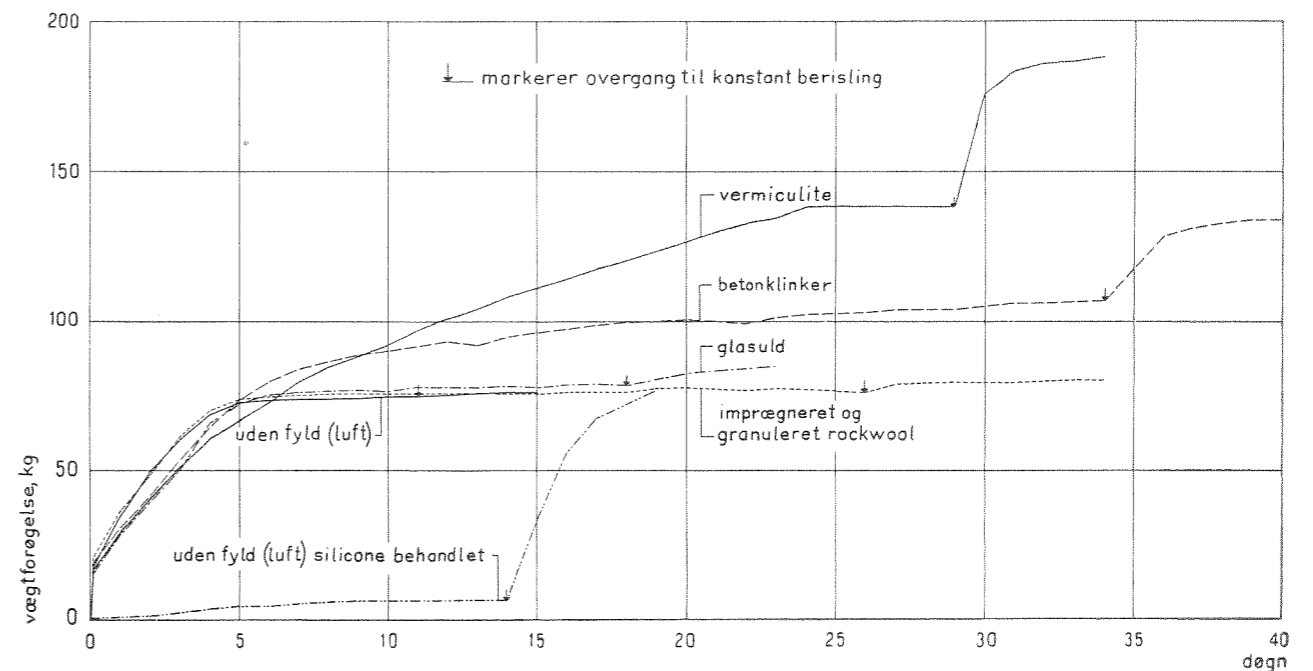


Fig. 5. Vægtforøgelsen under forsøgene med hulrumfyld sammenlignet med vægtforøgelsen under forsøget med muren uden fyld. Det ses, at Rockwool og glasuld næsten intet vand optager. Kurven for den silicone-behandlede væg viser tydeligt virkningen af denne behandling.

Først på den 7. dag begynder der at komme fugt i midterrenden ved formurens bagside. På dette tidspunkt har væggen optaget 72,4 kg vand, hvilket svarer til 95 pct. af den største opnåede opsugning. Ændringen i berislingsintensiteten, som kurven viser, skyldes en nødvendig rensning af et af hullerne i bunden af berislingskarret.

Den nederste kurve på fig. 5 viser virkning af påsprøjtet silicone. Det ses her, at beskyttelsen er effektiv i de første 9—14 døgn, hvorefter den ophører totalt, antagelig som følge af slid fordi der har været brugt en kost til fordeling af vandet, siliconens virkning har altså her været tidsbegrænset.

Mur med fyld.

På fig. 6 og 7 er vist eksempler på, hvorledes fugtpletterne viser sig bag glaspladen i forsøgene med løse klinker og vermiculite. I forsøgene med imprægneret Rockwool forekom ingen gennemslag. Glasuldsforsøget viste, at vandet løb langs trådene over på glaspladen og derfra i striber ned ad denne.

På fig. 5 er vægtforøgelsen i de forskellige forsøg vist til sammenligning med vægtforøgelsen i muren uden fyld. Det ses, at Rockwool og glasuld ikke bevirker nogen vægtforøgelse udover teglstensmurens, hvorefter betonklinkerne og vermiculiten giver en anelig vægtforøgelse, idet der tilbageholdes vand i fyldmaterialet. Hertil må bemærkes, at fugtabsorptionen i forsøgs-muren vil forløbe anderledes end i en normal mur, hvor glaspladen er erstattet af en hygroskopisk bagmur. I den normale mur vil fugtabsorptionen blive den samme som her, såfremt hulrummet fyldes med granuleret, imprægneret Rockwool, men fugtabsorptionen vil forøges væsentligt, såfremt hulrummet fyldes med et af de andre fyldmaterialer.

Tabel 1 giver en oversigt over forsøgsresultaterne. Det ses (kolonne 1), at Rockwool'en ingen fugtgen-

Tabel 1. Resultater af laboratorieforsøg med regngennemslags virkning på løs fyld i en hul teglstensmur. Bagmuren erstattet af en glasplade.

Fyldmateriale	Første fugtplet forsøgsdag nr.	Første afløb		Fyldens største vægtforøgelse		Fyldens største fugtighedsindh. % af rumfang	Gennemtrængende vand i % af samlet tillob	Fyldens sætning cm
		midterrende dag nr.	bagrende dag nr.	kg	%			
ingen fyld	1	6	—	—	—	—	3,5	—
betonklinker	2	8	36	63	67	20	7,4	0
vermiculite	19	31	31	119	450	36	12,7	24
imprægneret og granuleret Rockwood.	ingen	9	ingen	4	11	1,4	4,8	0
glasuld	5	8	5	8	63	2,7	6,2	0

nemslag giver, samt at vermiculite er det af de undersøgte materialer, der har opsuget mest fugt.

Ligeledes ses, at (kolonne 2 og 3) afløb i midter- og bagrenden kommer senere ved vermiculite og betonklinker end ved de øvrige materialer, samt at afløbet i bagrenden kommer først ved glasulden.

I kolonnerne 4 og 5 er vægtforøgelserne angivet. Disse er ganske anseelige for betonklinker og vermiculite, som tidligere nævnt.

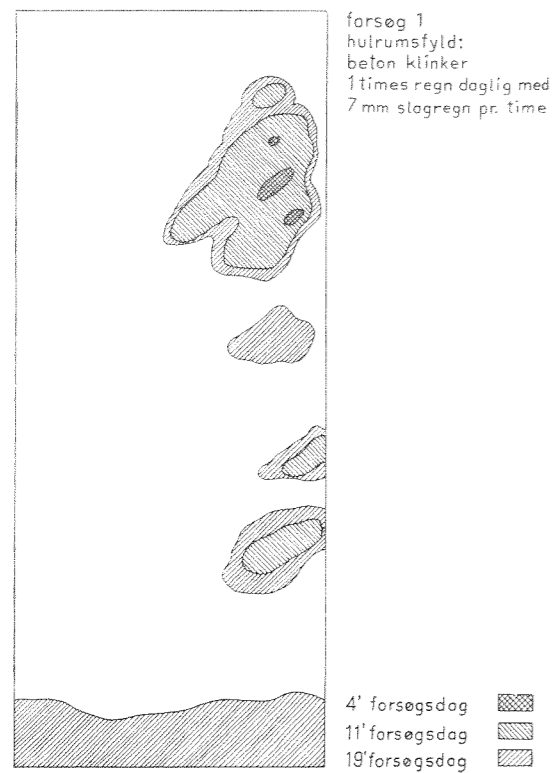


Fig. 6. Fugtpletternes udbredelse bag glaspladen under forsøget med betonklinker. Berislingen andrager 7 mm pr. m² i en time daglig.

Kolonne 6 viser fugtighedsindholdet i rumfangsprocent, og endelig viser kolonne 7 den samlede gennemstrømning i fylden og muren. Det ses, at fylden virker sugende (forøger gennemstrømningen), især for de stoffers vedkommende, der har den største vandoptagelse. Samtidig ses, at afstrømning på murens overflade er meget stor, så snart denne er mættet med vand.

Resultaterne kan vurderes på følgende måde:

1. Betonklinker og vermiculite.

Disse materialer virker vandopsugende (sml. kolonne 7 i tabel 1 og fugtpletternes jævne udbredelse

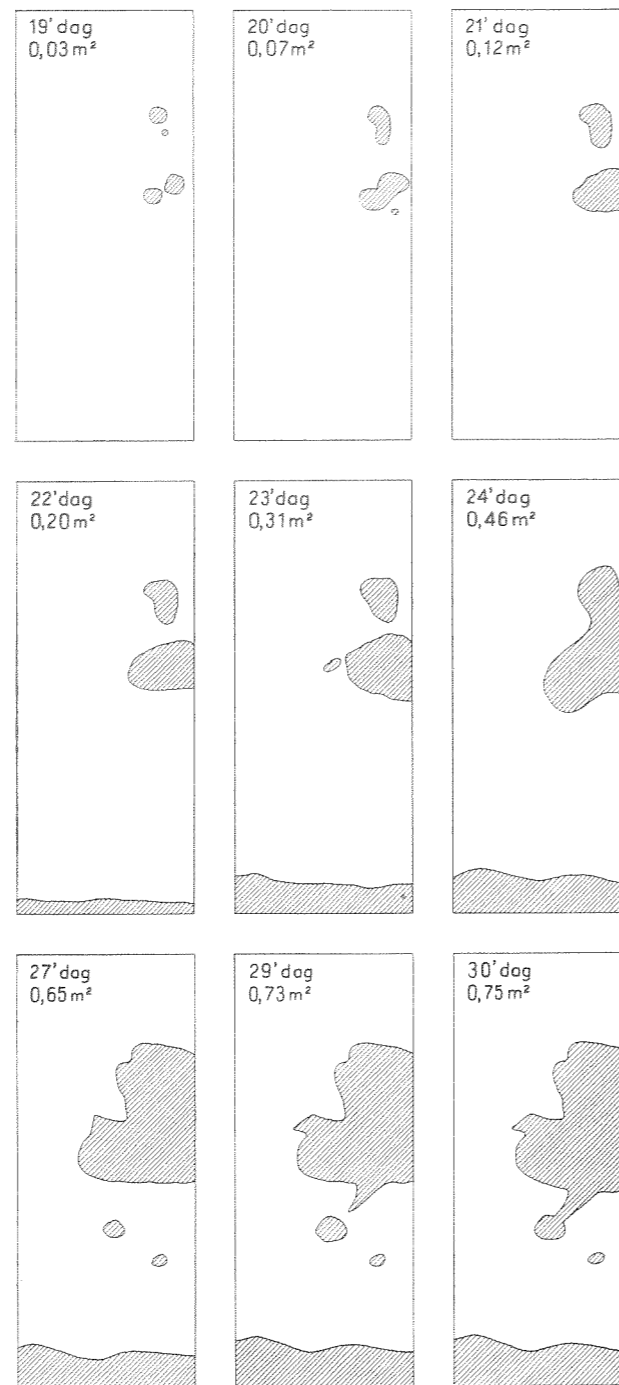


Fig. 7. Fugtpletternes udbredelse bag glaspladen under forsøget med vermiculite. Murens areal er 3,1 m², berislingen 7 mm pr. m² i en time daglig, for hver er angivet de viste fugtpletters størrelse i m².

på fig. 6 og 7) og skal først mættes med vand, før dette får lov til at passere videre, d. v. s. at materialerne kan virke akkumulerende for den første del af slagregnen, der slår igennem facademuren. Først efter en anseelig slagregns mængde begynder der at optræde frit vand ved fyldens bagside (7 mm slagregn i ca. 30 timer = 210 mm).

Er slagregnen ikke så kraftig, har fylden en chance for at udtørre igen, inden der sker skader. Dog nedsættes isoleringsevnen betydeligt. Ved kraftigere slagregn må disse fyldmaterialer frarådes. En yderligere ulempe for vermiculite er, at fylden satte sig 24 cm under forsøget (ca. 10 pct.). Ved de andre materialer har det ikke været muligt at konstatere nogen form for sætning.

2. Imprægneret og granuleret Rockwool.

Denne fyld har fuldstændig afvist den gennemtrængende vandmængde og må betegnes som velegnet. Forsøget viser intet om, at fylden holder sig vandskyende i årenes løb.

3. Glasuld.

Denne fyld leder vandet direkte over til bagsiden (glaspladen) uden at optage dette (ikke hygroskopisk). Såfremt glasuld ønskes anvendt, må det tilrådes, at der dannes en beskyttende luftspalte foran fylden, således at denne ikke kommer i berøring med facademurens bagside. Efter oplysning fra fabrikanten vil der inden for nær fremtid fremkomme en glasuldplade, der giver mulighed for at fremskaffe en luftspalte imellem glasulden og formuren. Under andre omstændigheder kan glasuldens evne til omgående at afgive fugten være en direkte fordel, f. eks. når den anvendes som fyld i indvendige mure, der omgiver kølerum.

Sammenligning af forsøgsresultaterne.

De her refererede forsøg giver ikke noget fuldstændigt billede af de forhold, hvorunder indtrængende regn optræder i en mur i praksis. Blandt andet får man ikke noget at vide om, hvordan en hygroskopisk bagmur vil påvirke fyldens gennemtrængelighed for vand.

Det er dog muligt at opstille følgende generelle regler ud fra de ved laboratorieforsøgene indvundne erfaringer:

Slagregnmængden er meget afgørende for, om muren viser fugtpletter på bagsiden eller ej.

Er regnmængden lille, vil facademuren opsuge det indkomne vand og senere afgive det igen.

Er regnmængden middel, vil vandet akkumulere i facademuren og fylden.

Er slagregns mængden stor, kan den gennemvæde både formur, fyld og bagmur. Det er derfor nødvendigt at have en luftspalte foran fylden, undtagen herfra er mure med vandskyende fyld.

Man kan derfor ud fra et rent fugtsynspunkt klassificere fyldmaterialerne således:

Den bedst egnede fyld er en vandskyende fyld, som ikke tillader vandet at passere, men som alligevel giver vanddampene mulighed for at undslippe.

En ringere fyld er den, der ved sine vandopsugende egenskaber kan akkumulere vandet, til det kan fordampe igen.

Den ringeste fyld er den, der direkte leder vandet

over til den modsatte side uden at kunne akkumulere dette.

Det må udtrykkeligt pointeres, at denne opstilling er foretaget udelukkende ud fra fugtkriterier, og ikke ud fra en bedømmelse af materialernes varmeisolerende egenskaber og fugtens indvirkning på disse.

Resume.

I rapporten belyses forholdene i en hul teglstensmur, hvor hulrummet er udfyldt med et løst fyldmateriale.

I første afsnit gives en almen gennemgang af problemet. I andet afsnit beskrives en forsøgsrække med fire forskellige fyldstoffer, udført i laboratorium.

Resultatet af undersøgelserne blev:

1) Under langvarig slagregns påvirkning vil en teglstensmur opsuge vandet og holde det fast, indtil porerne i teglstenene er mættede, hvorefter vandet gennem revner eller sprækker trænger frem til murens bagside.

2) Er regnskyllet kortvarigt, vil formuren kunne absorbere vandet og senere afgive det igen ved fordampning.

3) Under langvarig slagregns påvirkning på en hul mur med fyld i hulrummet vil vandet trænge ind i fyldmaterialet og eventuelt videre til bagmuren, hvor det vil vise sig som fugtskjolder.

4) Det bedste fyld er et vandskyende materiale, der afviser vandet men lader vanddampene passere.

5) En strygning af facaden med silicone giver en effektiv beskyttelse af muren, idet den bliver vandafvisende, forudsat der ikke findes synlige revner i murværket. Der må dog foreløbig tages forbehold over for silicones holdbarhed.

I praksis vil det dog i de fleste tilfælde sandsynligvis være således, at slagregns mængden ikke er tilstrækkelig til at gennemvæde formuren, og så er det naturligvis ligegyldigt, hvilken hulrumfyld der anvendes. Ved eksisterende huse, der tænkes varmeisoleret ved udfyldning af hulrummet i ydermurene, bør man derfor først slå hul forneden ind til hulrummet for at se, om der er spor af indtrængende regnvand, før der træffes nogen bestemmelse om fyldmaterialet. Denne kontrol bør foretages i en regnvejrsperiode.

Hvor huset ligger udsat for slagregn, ved kyststrækninger eller på skrænter, bør der udvises forsigtighed ved valget af fyldmateriale.

Resultaterne af de laboratorieforsøg, der refereres i det ovenstående, kan kun give en relativ orientering om de undersøgte fyldmaterialer, idet den udtørrende virkning af vind, solbeskinning og temperaturdifferens ikke har gjort sig gældende ved forsøgene. Det meget vigtige spørgsmål om hvormeget fugten nedsætter de forskellige materials isoleringsevne er heller ikke undersøgt. Undersøgelserne vil derfor blive ført videre.

LITTERATURLISTE

- 1) Rapport over forsøg vedrørende ligevægts- og diffusionsfugtindhold i vægmateriale. Teknologisk Institut, København 1954.
- 2) Evert Seth & Nils Holmqvist: Några undersökningar rörande Norrlandsladugårdar.

- Lund 1945. Statens Forskningskommitte för Landmannabyggnader, Meddelande Nr. 5.
- 3) S. D. Svendsen: Driving Rain.
Oslo 1955. Norges Byggeforskningsinstitut, Rapport nr. 20.
- 4) H. Kreüger: Utredning rörande klimatisk inverkan på byggnadsfasader.
- Stockholm 1923. Ingeniörs Vetenskaps Akademien, Handling nr. 24.
- 5) E. Suenson: Vanddamps diffusion i vægge og rørkapper.
København 1946. Ingeniørvidenskabelige Skrifter, nr. 2.
- 6) Sverre Hoppestad: Slagregn i Norge.
Oslo 1955. Norges Byggeforskningsinstitut, Rapport nr. 13.